

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①① N° de publication : 2 776 382

(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②① N° d'enregistrement national : 98 03635

⑤① Int Cl⁶ : G 01 J 5/00

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②② Date de dépôt : 19.03.98.

③⑦ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public de la
demande : 24.09.99 Bulletin 99/38.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

⑥⑦ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦① Demandeur(s) : PECHINEY ELECTROMETALLURGIE
Société anonyme — FR.

⑦② Inventeur(s) : REBIERE MICHEL.

⑦③ Titulaire(s) :

⑦④ Mandataire(s) : PECHINEY.

⑤④ PROCEDE DE MESURE OPTIQUE DE LA TEMPERATURE D'UN BAIN EN FUSION DANS UNE ATMOSPHERE
EMPOUSSIEREE.

⑤⑦ L'invention concerne un procédé de mesure de la tem-
pérature d'une masse en fusion, émettant des filmées cons-
tituées de particules en suspension dans l'atmosphère au
dessus du bain, par pyrométrie optique bichromatique aux
longueurs d'onde λ_1 et λ_2 , dans lequel les longueurs d'onde
 λ_1 et λ_2 sont supérieures à 5 fois la taille moyenne des par-
ticules.

Elle s'applique notamment à la mesure de la tempé-
rature du silicium ou du ferrosilicium liquide.

FR 2 776 382 - A1

Procédé de mesure optique de la température d'un bain en fusion dans une atmosphère empoussiérée

5

Domaine de l'invention

L'invention concerne un procédé de mesure, en milieu empoussiéré, de la température
10 d'une masse fondue, métallique ou non-métallique dont on ignore l'émissivité, au moyen de la technique de pyrométrie bichromatique.

Etat de la technique

15 La méthode classique de mesure de la température d'un bain métallique ou non métallique en fusion est l'immersion d'un thermocouple perdu dans le bain. Il est évident que, du fait de la destruction du thermocouple, il n'est pas possible d'avoir une mesure permanente, ni de multiplier le nombre des mesures. Le repérage de la température peut se faire par pyrométrie optique, c'est-à-dire la mesure du flux
20 lumineux émanant du bain pour un spectre lumineux autour d'une longueur d'onde donnée, à en déduire la température en utilisant les lois du rayonnement. Si on utilise une seule longueur d'onde, la pyrométrie est dite monochromatique. Cette technique nécessite, pour son étalonnage, la connaissance de l'émissivité (ou facteur d'émission) de la source par comparaison au corps noir. Lorsqu'on ignore l'émissivité de la
25 source, ce qui est souvent le cas pour les bains de métal ou de produits minéraux en fusion, la mesure peut se faire par pyrométrie optique en opérant à deux longueurs d'onde différentes λ_1 et λ_2 . Cette technique porte le nom de pyrométrie bichromatique. Elle est décrite, par exemple, dans l'article de François Cabannes « Pyrométrie optique » figurant depuis 1991 sous le n° R 2610 dans le traité Mesures
30 et Contrôle des Techniques de l'Ingénieur. Elle consiste à mesurer le rapport des deux luminances spectrales aux deux longueurs d'onde utilisées. Ces deux longueurs d'onde doivent être suffisamment voisines pour avoir une bonne sensibilité du pyromètre, mais pas trop cependant si on veut garder une précision suffisante de la

mesure. L'article mentionné plus haut indique que les longueurs d'onde sont généralement voisines de 1 μm . Les appareils du commerce utilisent habituellement les longueurs d'onde $\lambda_1 = 0,655 \mu\text{m}$ et $\lambda_2 = 0,550 \mu\text{m}$.

Cette technique ne peut malheureusement être mise en oeuvre lorsqu'on doit travailler dans une atmosphère empoussiérée, les poussières étant susceptibles d'absorber le rayonnement sur les longueurs d'onde observées. C'est le cas par exemple dans les fours d'élaboration ou d'affinage des métaux, alliages ou autres produits minéraux fondus où les réactions chimiques entraînent l'émission de fumées.

10 **Objet de l'invention**

L'invention a pour but d'adapter la technique de pyrométrie bichromatique pour permettre son utilisation dans un milieu empoussiéré, notamment un bain en fusion émettant des fumées. Elle a pour objet un procédé de mesure de la température d'une masse en fusion, émettant des fumées constituées de particules en suspension dans l'atmosphère au dessus du bain, par pyrométrie optique bichromatique aux longueurs d'onde λ_1 et λ_2 , dans lequel les longueurs d'onde λ_1 et λ_2 sont supérieures à 5 fois, et de préférence 10 fois, la taille moyenne des particules.

20 **Description de l'invention**

On entend par taille moyenne des particules » le diamètre moyen si les particules sont sensiblement sphériques, ou la moyenne des diamètres volumiques équivalents, c'est-à-dire les diamètres de sphères ayant le même volume que les particules, si celles-ci ne sont pas sphériques. Pour obtenir cette valeur, on extrait un certain volumes de particules de l'atmosphère du dessus du bain, par exemple à l'aide des filtres placés sur le système d'aspiration ou d'évacuation des fumées, on procède à un examen des particules en microscopie optique, et on analyse les micrographies obtenues par un logiciel d'analyse d'images, qui fournit, de manière connue en métallographie, la taille moyenne des particules et sa dispersion.

Compte-tenu de la dispersion constatée habituellement pour les particules émises dans les fumées dans les procédés d'élaboration des métaux ou alliages, le choix, pour la pyrométrie bichromatique, de longueurs d'onde nettement supérieures à la taille

moyenne des poussières en suspension au-dessus du bain permet d'éviter les effets d'absorption du rayonnement dus à ces poussières. Pour obtenir des résultats satisfaisants, il faut que les deux longueurs d'onde soient d'au moins 5 fois, et de préférence 10 fois, la taille moyenne des poussières.

- 5 Le procédé de mesure selon l'invention peut s'appliquer à un bain métallique dans le four d'élaboration du métal, même si, comme cela est souvent le cas, la surface du bain est recouverte d'un laitier. Il permet de mieux contrôler les diverses phases de l'élaboration, notamment la température de coulée qui est un paramètre important de la qualité du produit coulé. Il peut s'appliquer également lors des opérations
10 d'affinage, par exemple l'affinage en poche.

L'invention est particulièrement intéressante pour mesurer la température des bains de silicium, de ferro-silicium ou, plus généralement d'alliages contenant au moins 15% de silicium, dont l'élaboration et l'affinage dégagent du gaz SiO, qui, au contact de l'air, se transforme en particules sphériques de silice colloïdale, dont le diamètre se situe
15 entre 0,01 μm et 0,6 μm . En choisissant dans ce cas des longueurs d'onde supérieures à 3 μm , on obtient des résultats tout à fait comparables à ceux de la pyrométrie par immersion de thermocouples perdus.

Exemples

20

Exemple 1

On opère en laboratoire sur un bain d'acier fondu, avec un dispositif d'aspiration des fumées, qui sont par ailleurs très peu abondantes. A l'aide d'un thermocouple
25 immergé, on mesure une température de 1500°C environ.

En utilisant un pyromètre optique monochromatique à une longueur d'onde de 0,655 μm , on détermine une température de 1397°C, en faisant l'hypothèse que le facteur d'émission du fer à cette température est de 1. Cette hypothèse se révélant fausse, on refait la mesure en utilisant un pyromètre bichromatique fonctionnant aux longueurs
30 d'onde $\lambda_1 = 0,655 \mu\text{m}$ et $\lambda_2 = 0,550 \mu\text{m}$, et on obtient un résultat de 1523°C, ce qui, compte-tenu de la précision de la mesure, est compatible avec les indications du thermocouple.

Exemple 2

On refait les mêmes opérations que dans l'exemple 1, mais pour un bain de ferro-silicium à 76,5% de silicium, en visant intentionnellement une température plus élevée
5 pour provoquer une émission de fumées plus importante, et en arrêtant le système d'aspiration. La mesure de la température du bain par thermocouple immergé donne une valeur de 1550°C. La pyrométrie optique monochromatique à la longueur d'onde $\lambda = 0,655 \mu\text{m}$, ainsi que la pyrométrie bichromatique aux longueurs d'onde $\lambda_1 = 0,655 \mu\text{m}$ et $\lambda_2 = 0,550 \mu\text{m}$ donnent des indications fluctuant au gré des émissions de
10 fumées entre 1300 et 1500°C, qui sont inexploitable, car erratiques et trop éloignées de l'indication du thermocouple.

Exemple 3

15 On recommence les opérations de l'exemple 2. La pyrométrie par immersion de thermocouple donne une température de 1550°C. Avec un pyromètre optique monochromatique, mais cette fois à une longueur d'onde $\lambda = 3,9 \mu\text{m}$, on obtient une température de 1430°C, avec ou sans aspiration des fumées émises.

La pyrométrie optique bichromatique aux longueurs d'onde $\lambda_1 = 3,9 \mu\text{m}$ et $\lambda_2 = 6,0 \mu\text{m}$ donne une température de 1545°C, aussi bien avec que sans aspiration des
20 fumées, ce qui est en accord avec l'indication du thermocouple.

Les particules solides de silice constituant les fumées ont été isolées par filtration et examinées par microscopie. Leur dimension était comprise entre 0,05 et 0,3 μm , et l'application d'un logiciel d'analyse d'images aux micrographies conduit à un
25 diamètre moyen équivalent de 0,15 μm .

5
REVENDICATIONS

- 5 1. Procédé de mesure de la température d'une masse en fusion, émettant des fumées constituées de particules en suspension dans l'atmosphère au dessus du bain, par pyrométrie optique bichromatique aux longueurs d'onde λ_1 et λ_2 , dans lequel les longueurs d'onde λ_1 et λ_2 sont supérieures à 5 fois la taille moyenne des particules.
- 10 2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que les longueurs d'onde λ_1 et λ_2 sont supérieures à 10 fois la taille moyenne des particules.
- 15 3. Procédé selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que la masse en fusion est un bain métallique recouvert d'un laitier.
4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que la masse en fusion est un alliage contenant au moins 15% de silicium.
- 20 5. Utilisation du procédé selon l'une des revendications 1 à 4 pour le contrôle de la température de coulée de la masse en fusion.
6. Utilisation du procédé selon l'une des revendications 1 à 4 pour le contrôle de la température d'affinage de la masse en fusion.

REPUBLIQUE FRANÇAISE

2776382

INSTITUT NATIONAL
de la
PROPRIETE INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE
PRELIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 555945
FR 9803635

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
A	EP 0 592 361 A (ALUSUISSE LONZA SERVICES AG) 13 avril 1994 * page 5, ligne 25 - ligne 31 * * revendication 1 *	1-5
A	WO 86 04475 A (WEYERHAEUSER CO) 31 juillet 1986 * page 1, alinéa 1; revendications 1,2 * * page 3, alinéa 3 * * page 5, alinéa 2 * * page 7, alinéa 3 *	1-5
A	DE 20 13 723 A (ROEBEN K) 21 octobre 1971 * page 2, alinéa 2 * * revendication 1 *	1-5

DOMAINES TECHNIQUES
RECHERCHES (Int.CL.6)

G01J

1.

EPO FORM 1503 03.82 (P04C13)

Date d'achèvement de la recherche

29 décembre 1998

Examineur

Klocke, S

CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES

X : particulièrement pertinent à lui seul
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un
autre document de la même catégorie
A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication
ou arrière-plan technologique général
O : divulgation non-écrite
P : document interne

T : théorie ou principe à la base de l'invention
E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure
à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date
de dépôt ou qu'à une date postérieure.
D : cité dans la demande
L : cité pour d'autres raisons
& : membre de la même famille, document correspondant